A PLUVIOMETRIA E A DINÂMICA DAS PAISAGENS SEGUNDO O CRITÉRIO DE REGIÕES HIDROGRÁFICAS

Aline Maria Meiguins de LIMA[1]
Leidiane Leão OLIVEIRA[2]
Reginaldo Luso FONTINHAS[3]
Paulo Lima GUIMARÃES[4]

RESUMO

O Estado do Pará apresenta uma vasta rede hidrográfica cujas características e dinâmica não são conhecidas em sua totalidade. Atualmente sofre – se com o reflexo de suas interações com as variáveis climáticas e antrópicas. Períodos de estiagens e chuvosos mais intensos tem ocorrido nos últimos anos, mostrando que as intervenções produzidas pela alteração das paisagens naturais tem tido seus reflexos nas variáveis climáticas e consequentemente nas características hídricas da região, que de forma errônea e generalizada é caracterizada apenas pela sua abundância. Este trabalho visou apresentar um quadro sistemático das interações entre a dinâmica da paisagem e sua relação com os fatores climáticos (pluviomentria) e hídricos (regiões hidrográficas).

O resultado possibilitou identificar os macro pontos de criticidade em função dos períodos mais rigorosos de estiagem e de seu contexto atual, principalmente referente as alterações da paisagem sofridas pela remoção da cobertura vegetal, expansão do setor produtivo, consturção de vias de acesso e urbanização: o extremo sul do Estado (altos Tapajós e Xingu; Fresco e Araguaia), onde a sazonalidade se acentua e os períodos de escassez tem trazido sérias consequencias ao abastecimento humano local; as sub – regiões: Guamá, Capim e Tocantins; marcadas pela ocupação urbana e expansão do setor produtivo, atualmente grãos (marcadamente a soja e o arroz); e o Marajó que configura a Área de Proteção Ambiental do Arquipélago do Marajó - APA Marajó que ao longos dos anos tem desenvolvido um mancha de desmatamento nos extremos sul e oriental do Arquipélago, gerados pela atividade madeireira e agropecuária.

INTRODUÇÃO

O Estado do Pará tem cerca de 1247695,5 km^2, sendo sub-dividido, em 7 macro – regiões hidrográficas, de dimensões superiores a 42000 km^2 (Figura 1); o que dificuldade a implementação de um sistema de monitoramento hidroclimatológico, que realmente seja representativo de toda sua extensão.

As informações adquiridas até o momento, monitoradas pela Agência Nacional de Águas – ANA/INPE/CPTEC, mostram uma distribuição das estações de coleta de dados irregular, em termos dos padrões (50km no máximo de raio) e de representatividade em bacias hidrográficas.

O Núcleo de Hidrometeorologia – NHM da SECTAM (Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado do Pará) tem a responsabilidade de realizar o

[1] Núcleo de Altos Estudos Amazôncios/Universidade Federal do Pará, Doutoranda. alinelima@hotmail.com
[2] Universidade Federal da Paraíba, Mestranda. leidianeoli@yahoo.com.br
[3] Núcleo de Hidrometeorologia – Secretria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Pará, Esp. Em Hidrometeorologia. nhm@sectam.pa.gov.br
[4] Núcleo de Hidrometeorologia – Secretria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Pará, Esp. Em Climatologia. nhm@sectam.pa.gov.br

gerenciamento das informações hidrológicas e meteorológicas do Estado, para fins do gerenciamento ambiental e de recursos hídricos.

No sentido de fornecer respostas que possam subsidiar e orientar as ações de monitoramento e controle, foi realizado o estudo da distribuição da precipitação pluviométrica por sub-região hidrográfica.

Tendo por objetivo individualizar as macro – regiões de maior vulnerabiliade em função da conjugação distribuição da precipitação pluviométrica e dinâmica da paisagem, considerando a bacia como unidade hidrográfica de planejamento.

O resultado apesar de não ser o de melhor representatividade para as dimensões estaduais, permitiu ter uma perspectiva da distribuição da precipitação pluviométrica, os meses e os sistemas hídricos mais afetados durante os períodos de maior estiagem e quais as orientações básicas, a nível de gerenciamento, para a definição de áreas prioritárias de controle.

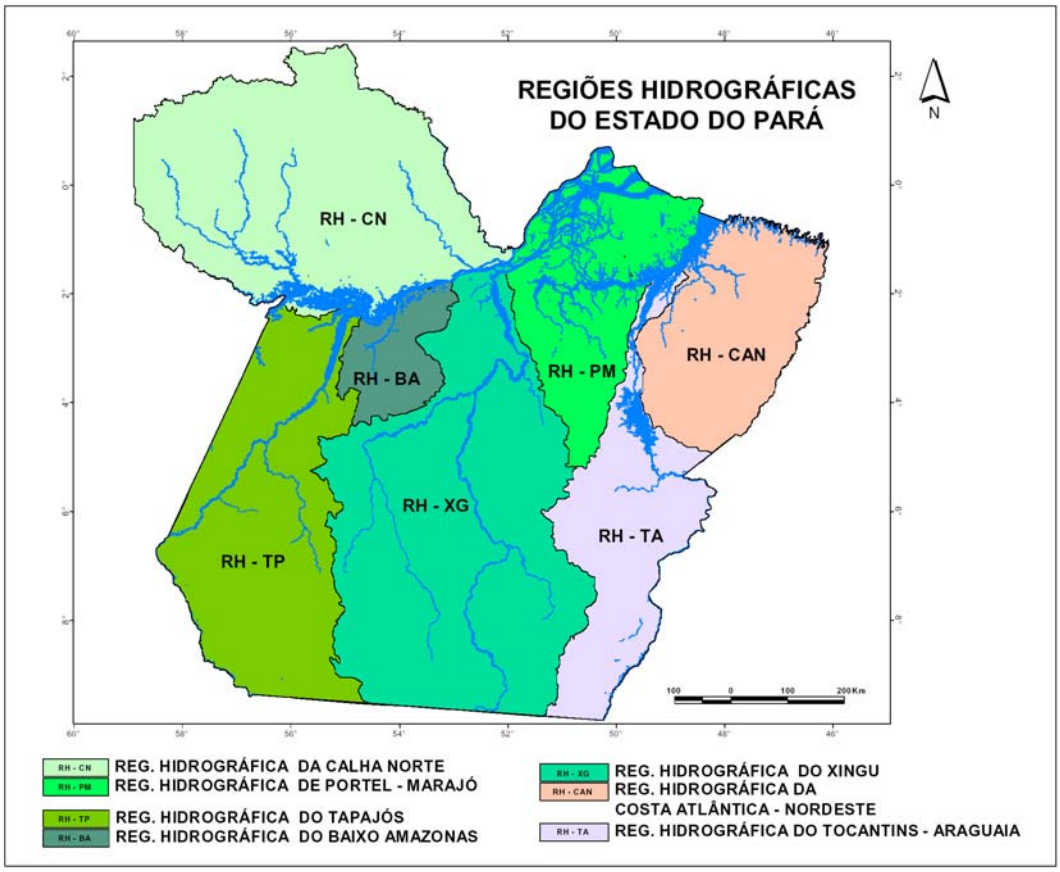


Figura 1. Regiões hidrográficas do Estado do Pará.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Segundo Hara (1997) o aspecto mais fundamental dos dados tratados em um sistema de informações geográficas é a natureza dual da informação: um dado espacial ou dado geográfico; que possui uma localização expressa como coordenadas de um mapa e atributos descritivos representados num banco de dados convencional.

A distribuição espacial da precipitação pluviométrica depende da localização adequada e o mais representativamente distribuída das estações de monitoramento, pois tão importante quanto localizá-las é descobrir e representar as relações entre os diversos contextos.

Dentre as propostas para tratmento da distribuição da precipitação pluviométrica existentes (TUCCI, 200) optou-se pelo tratamento convencional, mais adequado a distribuição encontrada no Estado, ou seja, em forma de arquivos para as representações geométricas, e a parte descritiva (atributos) configurada em um banco de dados.

Foi utilizado um sistema de informações com um ambiente de banco de dados – HIDRO, e outro relacional para armazenar os atributos dos objetos geográficos – ARC VIEW.

A base de informações empregada representa séries históricas superiores a 15 anos, composta por 155 estações pluviométricas distribuídas por sub – região hidrográfica. Estas são monitoradas pelo convênio ANA/INPE/CPRM, e disponibilizadas para acesso público, pelos sites da ANA (www.ana.gov.br) e do INPE (www.inpe.br). Os dados pluviométricos foram organizados dentro de espaços definidos a partir do limite das sub – regiões hidrográficas, nas formas de médias mensais e médias anuais.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra de forma clara que há uma distribuição espacial desproporcional de estações por unidade hidrográfica. Para que estas informações possam ser analizadas foi construido um quadro comparativo de valores de precipitação pluviométrica (médias mensais e anuais), individualizando os períodos de maior restrição dentro de cada unidade hidrográfica (Tabela 2).

Tabela 1. Número de estações consideradas por unidade hidrográfica.

Regiões Hidrográficas	*Sub – Regiões Hidrográficas*	*Área (km^2)*	*Número de Estações*
Calha Norte	Sbrh Nhamundá - Trombetas	147124,29	5
	Sbrh Cuminapanema - Maecurú	49497,51	5
	Sbrh Parú - Jarí	77127,34	5
Baixo Amazonas	Sbrh Baixo Amazonas	42014,00	8
Xingu	Sbrh Baixo Xingu	90364,01	5
	Sbrh Iriri	125792,33	4
	Sbrh Fresco	44146,82	4
	Sbrh Alto Xingu	74591,57	3
Tapajós	Sbrh Baixo Tapajós	42726,47	5
	Sbrh Alto Tapajós	112805,06	6
	Sbrh Jamanxim	33835,33	5
	Sbrh Tapajós - Amazonas	21395,36	3
Portel – Marajó	Sbrh de Portel	62327,02	10
	Sbrh do Marajó Ocidental	26550,99	7
	Sbrh do Marajó Oriental	13422,40	12
Tocantins - Araguaia	Sbrh Tocantins	34276,42	6
	Sbrh Araguaia	50962,08	10
Costa Atlântica - Nordeste	Sbrh Acará	13495,34	5
	Sbrh Capim	35730,03	9
	Sbrh Guamá	15854,29	7
	Sbrh Mojú	15987,28	5
	Sbrh Costa Atlântica	19905,30	19
	Sbrh Gurupí	19411,63	7

Região Hidrográfica da Calha Norte

Em toda a região da Calha Norte o menor índice pluviométrico encontra-se nos meses de agosto, setembro e outubro. Sendo que o extremo oriental da região, correspondente a Sub-região hidrográfica Parú – Jarí, apresenta o período de estiagem mais rigoroso, com o mês mais seco (outubro) com média de 38 mm/mensal.

Esta avaliação mostra que a região da Calha Norte, apesar de sua localização próxima ao equador, pode apresentar problemas hídricos locais devido a distribuição irregular das chuvas associada com uma configuração topográfica, marcada ao norte, pelas áreas de maior altitude no Estado, e ao sul pela extensa planície amazônica. O mês de abril configura o ponto máximo das chuvas com média mensal superior a 320 mm.

Tabela 2. Precipitação pluviométrica: médias mensais e anuais.

Sub – Regiões Hidrográficas	*Meses (mm)*												*Total*
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	(mm)
Sbrh Nhamundá - Trombetas	303	261	383	390	302	163	122	92	95	104	116	125	2458
Sbrh Cuminapanema - Maecurú	228	254	297	323	218	142	97	51	58	53	91	102	1914
Sbrh Parú - Jarí	217	230	264	327	310	234	167	91	67	38	50	88	2082
Sbrh Baixo Amazonas	223	272	304	304	206	132	87	38	54	46	83	107	1855
Sbrh Baixo Xingu	280	307	360	343	234	143	84	53	60	49	84	138	2135
Sbrh Ririí	311	293	313	231	111	42	19	28	84	141	132	250	1955
Sbrh Fresco	285	288	291	213	88	19	23	36	110	204	202	288	2048
Sbrh Alto Xingu	287	326	309	215	115	33	21	36	73	138	160	218	1946
Sbrh Baixo Tapajós	264	305	341	335	211	113	87	68	81	89	112	142	2148
Sbrh Alto Tapajós	311	300	325	270	167	74	43	50	114	157	182	241	2234
Sbrh Jamanxim	289	297	298	231	131	37	19	38	106	149	206	253	2054
Sbrh Tapajós - Amazonas	268	283	370	319	221	137	91	43	64	78	106	171	2120
Sbrh de Portel	332	350	410	413	289	196	139	76	83	72	79	165	2603
Sbrh do Marajó Ocidental	352	430	489	435	320	216	162	138	102	93	89	196	3022
Sbrh do Marajó Oriental	327	430	484	416	329	191	153	82	58	32	42	125	2669
Sbrh Tocantins	358	358	493	444	312	155	107	64	53	51	70	173	2646
Sbrh do Lago de Tucuruí	309	273	333	270	126	31	32	20	43	64	120	210	1831
Sbrh Araguaia	249	281	305	230	100	26	14	21	75	116	146	215	1801
Sbrh Acará	307	348	450	377	251	126	90	56	55	58	73	155	2347
Sbrh Capim	322	340	412	371	203	95	70	41	49	50	73	144	2170
Sbrh Guamá	316	352	394	366	279	179	173	111	100	70	75	121	2535
Sbrh Mojú	274	345	395	382	260	168	112	63	57	51	65	151	2324
Sbrh Costa Atlântica	314	402	467	411	311	211	186	104	53	30	34	104	2626
Sbrh Gurupí	285	317	383	337	189	106	68	34	35	25	35	117	1931

Região Hidrográfica do Baixo Amazonas

Sua localização, entre as regiões hidrográficas do Xingu e do Tapajós, em plena planície amazônica, configura uma distribuição das chuvas bastante regular, com o período mais chuvoso de janeiro a junho, e menos chuvoso de julho a dezembro. O mês mais seco é agosto (38 mm média/mensal).

Esta região encontra-se próxima ao eixo de avanço da atividade agrícola ao longo da rod. Transamazônica, sofrendo os reflexos da atividade de queima de floresta primária e secundária, na maioria das vezes no período de agosto a outubro, quando comprovadamente as chuvas são menores.

Região Hidrográfica do Xingu

Esta região apresenta 2 configurações marcantes com relação a distribuição das chuvas. No baixo Xingu, o período de maior índice pluviométrico, corresponde ao intervalo entre os meses de dezembro a junho, sempre com médias mensais superiores a 100 mm. O período mais seco, fica restrito a agosto, setembro e outubro; em novembro novamente o índice volta a crescer.

As sub-regiões do alto Xingu, Irirí e Fresco, apresentam o trimestre mais seco, de forma marcante entre junho e agosto, chegando a apresentar valores inferiores a 20 mm média/mensal. Estas áreas são ocupadas por reservas indígenas, áreas protegidas e pela região conhecida como Terra do Meio, que no estado do Pará representa uma área de conflitos pelo uso da terra e de expansão agrícola.

Região Hidrográfica do Tapajós

Apresenta um período de menor quantidade de chuvas mais rigoroso nos meses de junho a agosto, no alto Tapajós e Jamanxim, chegando a valores inferiores a 20 mm média/mensal. O baixo Tapajós apresenta um período mais seco de julho a outubro, mais com índices variando de 60 a 90 mm média/mensal.

Esta configuração no Tapajós é significativa para avaliar os efeitos da expansão agrícola ao longo da BR 163, marcada pelo desmatamento de grandes áreas florestais, usando a queima.

Região Hidrográfica de Portel – Marajó

Esta região representa a área de maior índice pluviométrico do Estado, principalmente no Marajó Ocidental, com valores superiores a 3000 mm média/anual.

Os períodos de maior restrição, devido a redução significativa de chuvas corresponde aos meses de setembro, outubro e novembro. Na sub – região do Marajó Oriental, observam-se os menores índices com 32 mm média/mensal, no mês de outubro.

O Arquipélago do Marajó tem sua tradição extrativista e agropecuária bem marcada pelo período de maior e menor quantidade de chuvas. A preocupação está no avanço da atividade madeireira principalmente nos municípios do Marajó Oriental, que possuem uma maior conectividade com a capital do Estado. Esta realizada fora do sistema de manejo, tem aproveitado os períodos mais secos para a queima e desmatamento, produzindo sensíveis manchas no cenário marajoara.

Região Hidrográfica do Tocantins – Araguaia

Semelhante ao Xingu e ao Tapajós o baixo Tocantins apresenta um período mais seco diferenciado desde o Lago de Tucuruí até a sub – região do Araguaia.

O período mais seco do baixo Tocantins se estende de agosto até novembro com valores inferiores a 100 mm média/mensal. A partir do Lago de Tucuruí até o Araguaia os meses mais secos são notadamente junho, julho e agosto, com valores de até 14 mm média/mensal.

Esta é uma região que apesar da vasta hidrografia, apresenta problemas de falta de água, durante os períodos mais secos, devido a inadequada qualidade das águas para consumo humano e a dificuldade de acesso às águas subterrâneas de boa potabilidade, geralmente associadas a lençóis profundos.

A retirada marcante da cobertura vegetal desta região, é outro agravante. Nos últimos 30 anos, tem sido a área de maior modificação da paisagem do Estado do Pará, com o avanço da ocupação, extrativismo e agropecuária, ao longo das principais vias de acesso, em destaque a BR 010 (Belém – Brasília). Não se tem ao certo o número de nascentes que foram assoreadas, assim como córregos e igarapés, que tiveram o leito de seu curso alterado ou substituído por pastagens, os efeitos somente são sentidos durante o período mais seco, quando o volume de água diminui sensivelmente.

Outro agravante ocorre no período de maior precipitação pluviométrica de janeiro a maio, tendo em março o mês de mais chuvoso, com cerca de 500 mm média/mensal. A confluência das águas das três mais importantes bacias: Tocantins, Araguaia e Itacaiúnas na altura da cidade de Marabá, todos os anos tem gerado significativas enchentes, agravadas pelo aumento do escoamento superficial das águas, pois a impermeabilização, a retirada da cobertura vegetal e as perdas por erosão de solo, tem diminuído a capacidade de retenção, interceptação, absorção e infiltração das águas, direcionando-as para os cursos d'água superficiais, e aumentando a vazão do sistema. Incrementos de até 12 m de lâmina d'água corresponderam a vazões superiores a 30000 m^3/s (Figura 2).

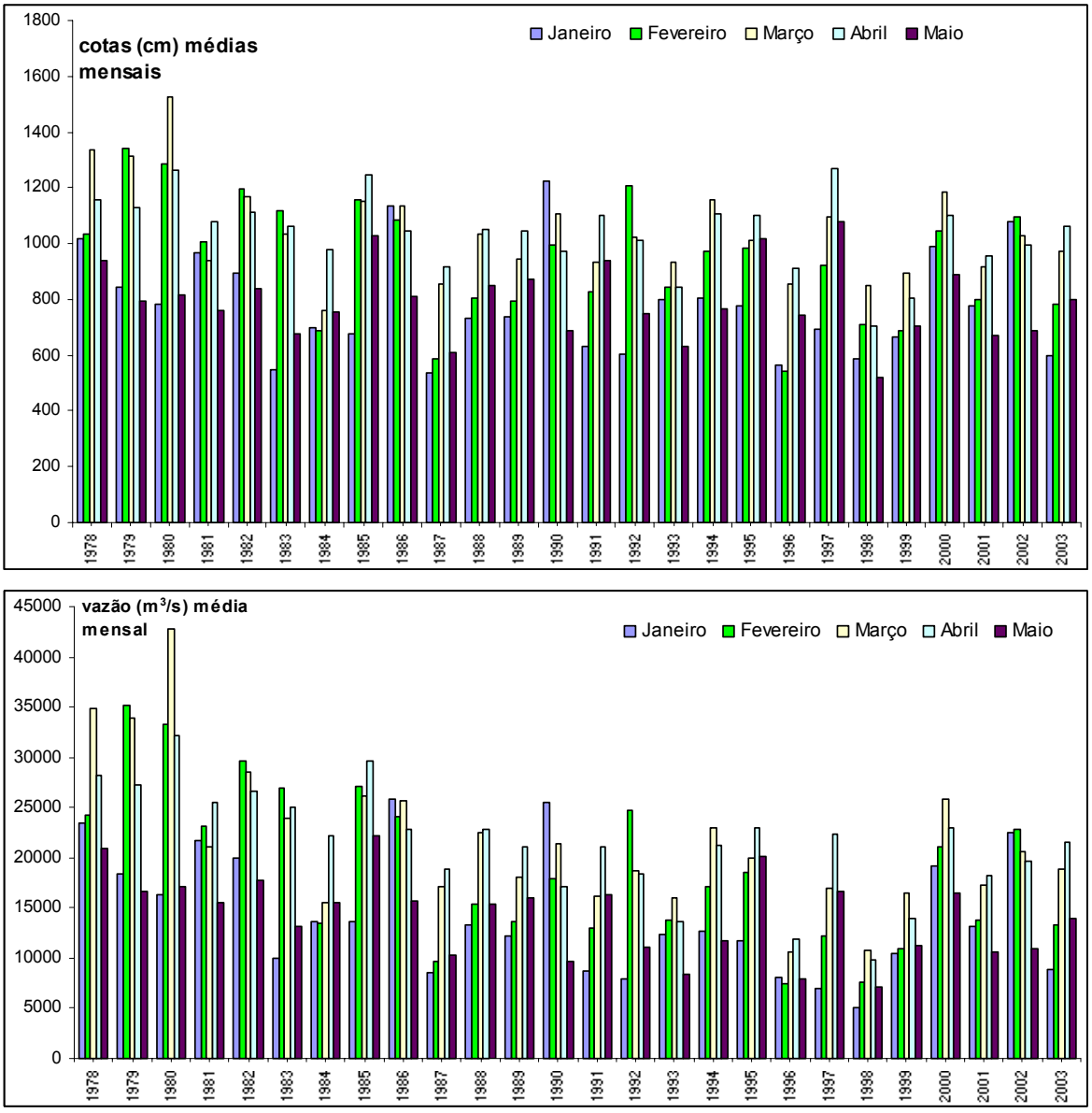


Figura 2. (a) Cotas médias mensais; e (b) Vazões médias mensais; observadas na região de confluência dos rios Tocantins. Araguaia e Itacaiunas.

Região Hidrográfica da Costa Atlântica – Nordeste

Esta região apresenta uma boa distribuição das chuvas. O período mais seco vai de julho a novembro. Sendo a sub-região mais afetada o Capim com valores próximos a 40 mm média/mensal no mês de agosto.

Esta região apesar do aporte de chuvas, acaba tendo seu sistema hídrico comprimido pela ocupação. Semelhante ao que ocorre no Tocantins, a qualidade da água fica comprometida pela falta de saneamento básico, e pela obstrução de nascentes e canais d'água, principalmente pela erosão e deposição de material, carreado pelo escoamento superficial (Figura 3).

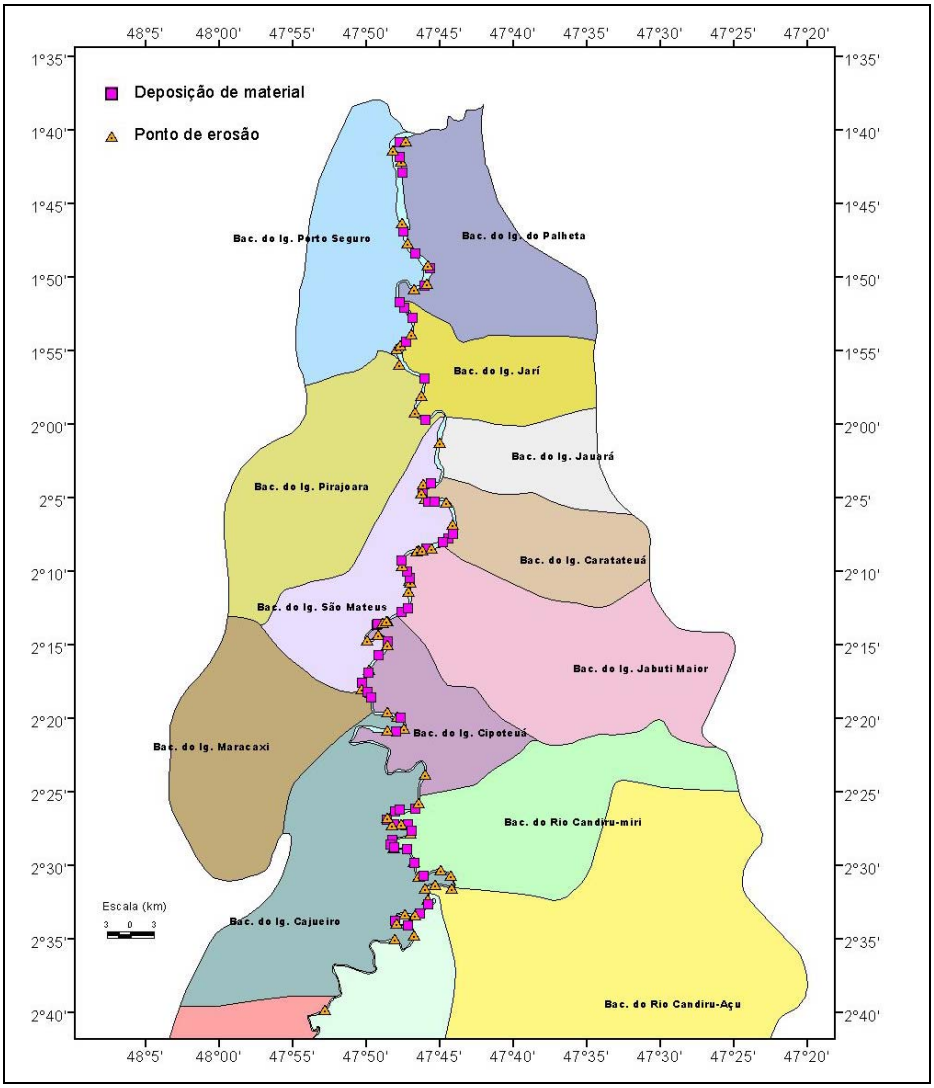


Figura 3. Pontos de erosão e deposição registrados ao longo do rio Capim.

Discussão e conclusões

O sistema de munitoramento hidrometeorológico e hidrológico do Estado do Pará não contempla suas reais necessidades. A rede atual permite apenas uma visão panorâmica da influência da precipitação pluviométrica nos principais cursos d´água, não refletindo a influencia dos unúmeros córregos e igarapés associados.

A compatibilização entre os dados pluviométricos e de vazão, esbarra ainda na avaliação espacial e temporal. O período de atividades entre as estações não é coincidente, havendo vários momentos de interrupção e ausencia de dados. E espacialmente algumas não coincidem com os mesmos raios de influencia da pluviometria. Os demais componentes do ciclo hidrológico (evaporação, infiltração...) não quantificados, não pertitem um cálculo aproximado do balanço hídrico em diversas estações, tornamdo ainda mais difícil ao gestor o processo de tomada de decisão.

Esta proposta objetivou fornecer uma visão geral da relação precipitação pluviométrica e regiões hidrográficas, mostrando os pontos de maior vulnerabilidade. Considerando as limitações descritas. O resultado possibilitou identificar os macro pontos de criticidade em função dos períodos mais rigorosos de estiagem e de seu contexto atual, principalmente referente as alterações da paisagem sofridas pela remoção da cobertura vegetal, expansão do setor produtivo, consturção de vias de acesso e urbanização.

Os meses de agosto e setembro destacaram-se no Estado do Pará como meses tipicamente secos na maior parte das sub – regiões hidrográficas. Segundo os dados de focos de calor coletados pelo CPTEC/INPE, estes tem coincidido com o maior número de ocorrências, só perdendo para o Estado de Mato Grosso (Figuras 4 e 5).

Considerando estes focos calor como possíveis áreas de queima florestal observa-se a fragilidade do sistema hídrico decorrente do uso inadequado do solo.

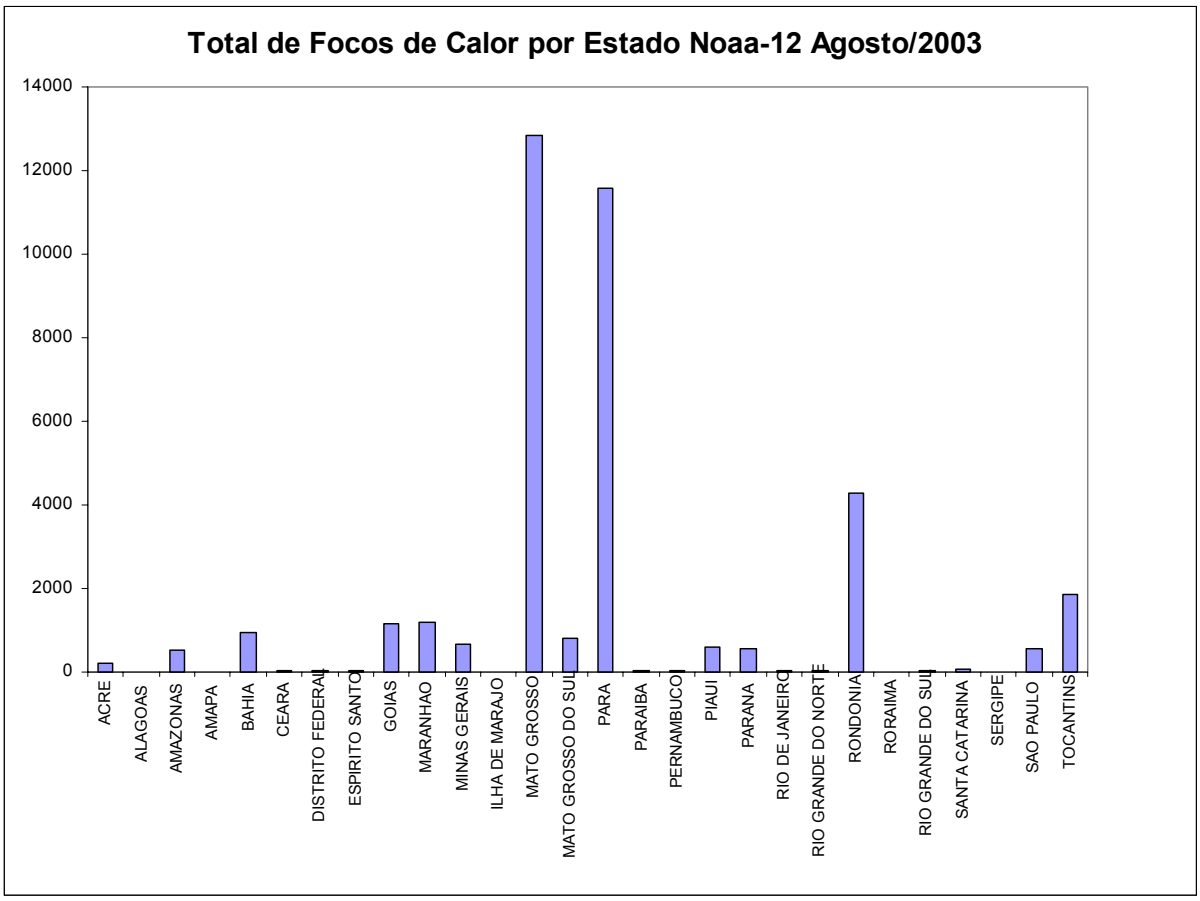
A Figura 6 ilustra a distribuição em 26 sub – regiões hidrográficas conforme a influência da distribuição pluviométrica sobre os sistemas hídricos.

Para o gestor voltado ao planejamento ambiental e hídrico as regiões prioritárias são compostas:

- pelo extremo sul do Estado (altos Tapajós e Xingu; Fresco e Araguaia) onde a sazonalidade se acentua e os períodos de escassez tem trazido sérias consequencias ao abastecimento humano local;

- pelas sub – regiões: Guamá, Capim e Tocantins. Marcadas pela ocupação urbana e expansão do setor produtivo, atualmente grãos (marcadamente a soja e o arroz); nestas se encontram os maiores volumes de resíduos produzidos, a maioria atualmente, sem destinação específica (aterros sanitários ou sistemas de tratamento de esgoto) gerando os maiores índices de poluição e contaminação das águas.

O Marajó configura a Área de Proteção Ambiental do Arquipélago do Marajó - APA Marajó (Artigo 13, Inciso VI ξ2º da Constituição do Estado do Pará, promulgada em 05/10/89), pertencente ao Governo Estadual, e controlada pela Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTAM, com 5500.00ha, equivalente a 4.4% do Estado. Deveria ser gerido dentro de um programa espefífico que contemplasse as atividades produtivas que sustentassem seus municípios e mantivessem em equilíbrio sua diversisdade de paisagens naturais; sua ausencia até o memento tem produzido um mancha de desmatamento nos extremos sul e oriental do Arquipélago, gerados pela atividade madeireira e agropecuária.



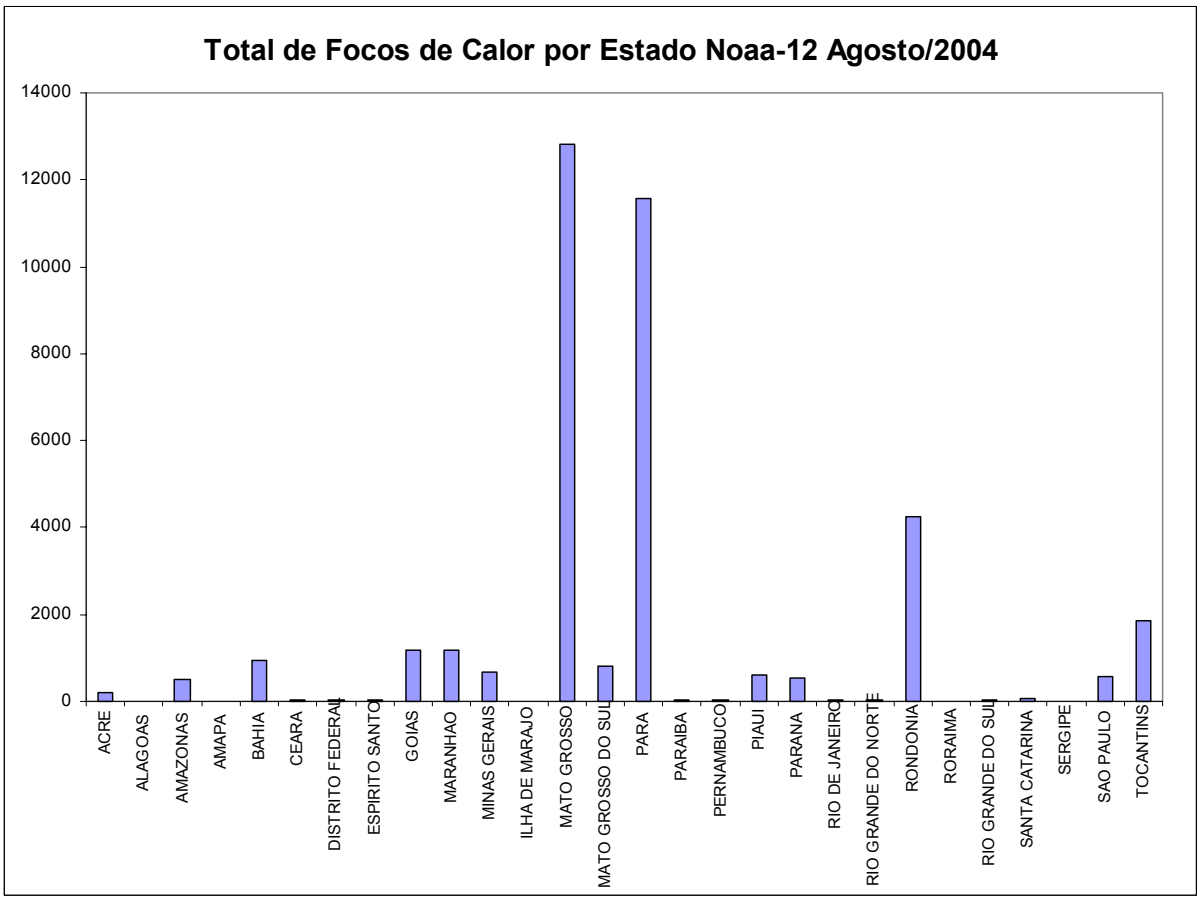
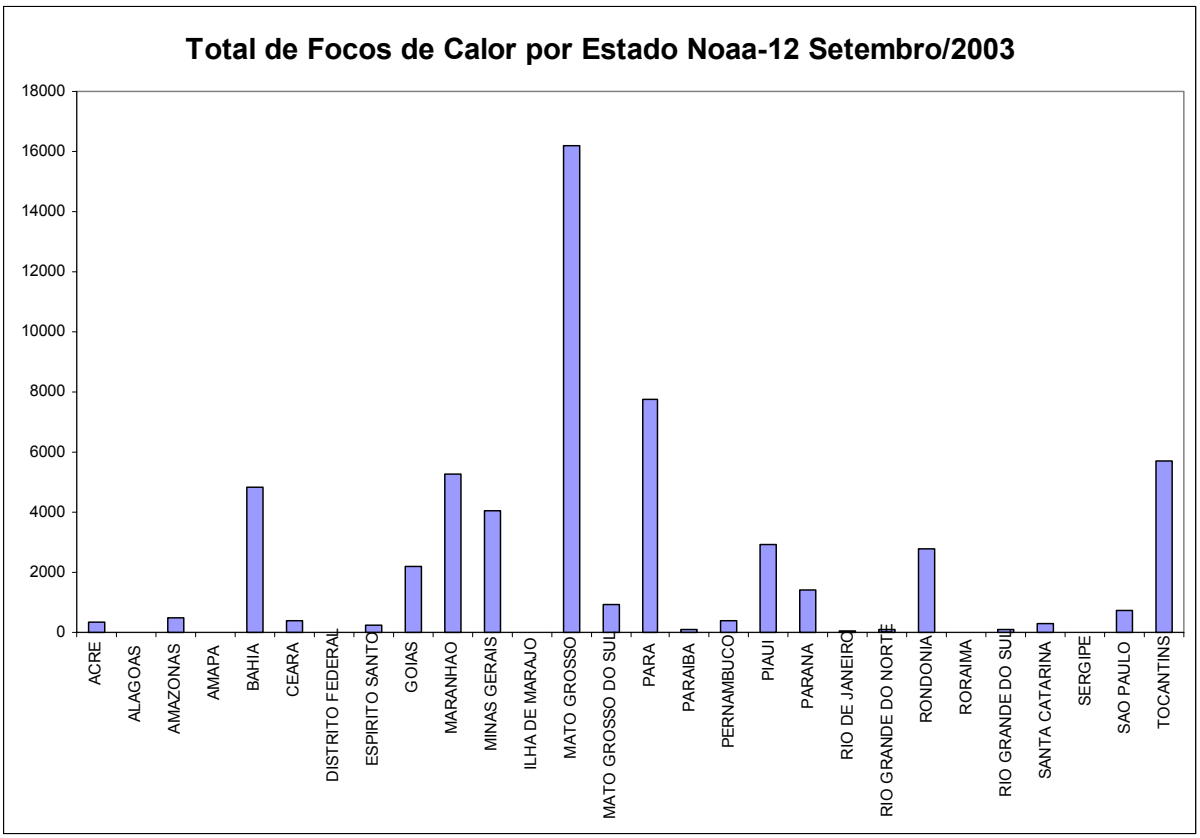


Figura 4. Dados de focos de calor: agosto 2003 – 2004. (Fonte: Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE).



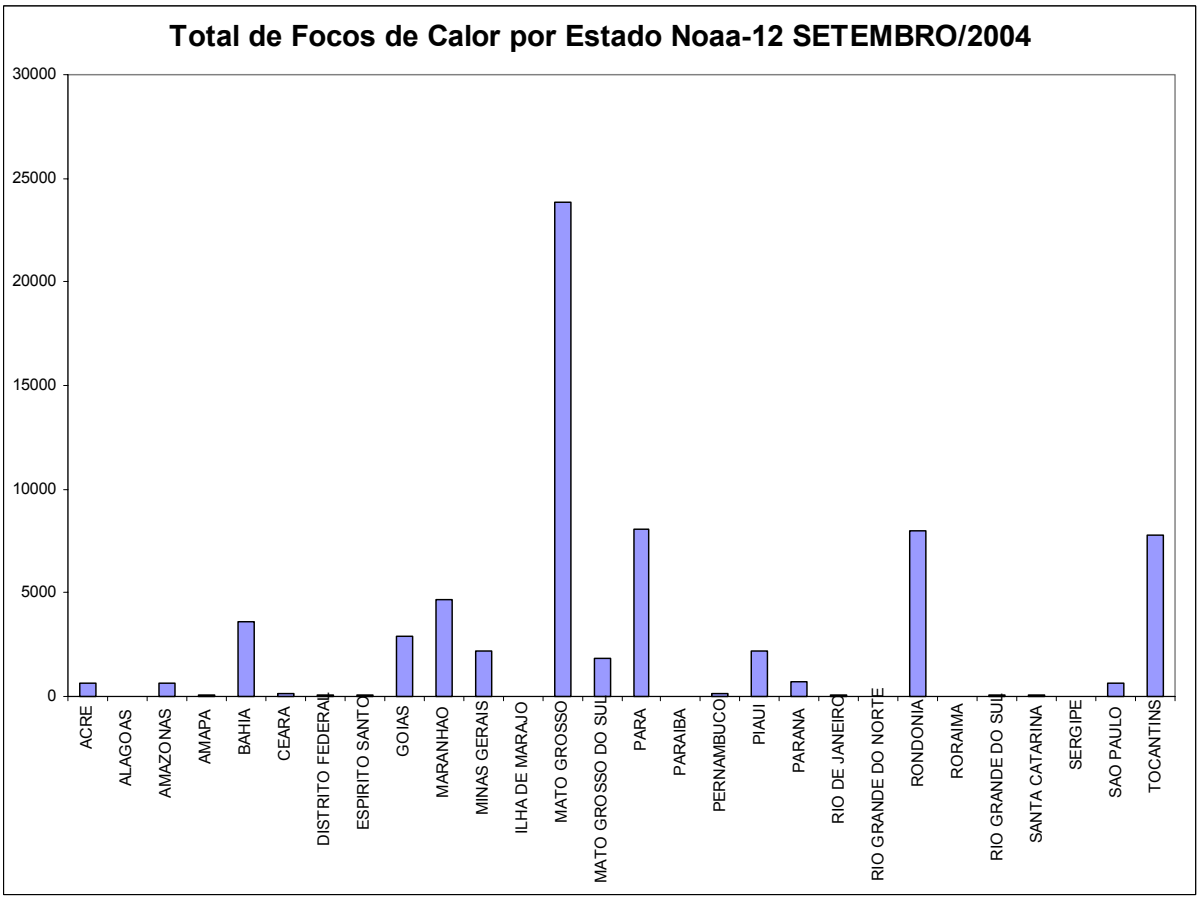


Figura 5. Dados de focos de calor: setembro 2003 – 2004. (Fonte: Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE).

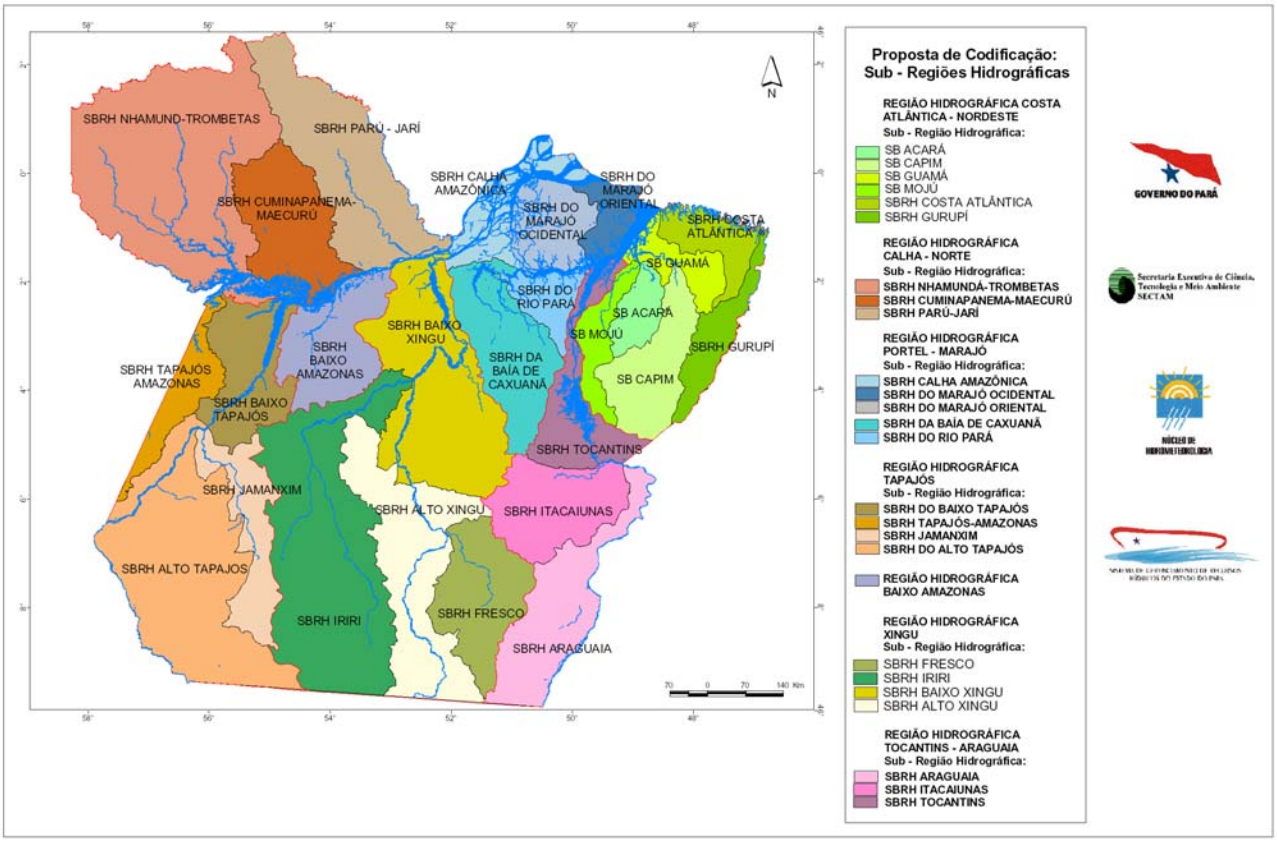


Figura 6. Sub – regiões hidrográficas do estado do Pará.

Desta forma, conclui-se que é fundamental para a gestão ambiental e hídrica do Pará o desenvolvimento de su sistema de informações eficiente, baseado em uma distribuição regular de plataformas de coleta de dados hidrológicos e metereológicos coincidentes com os limites hidrográficos, compatíveis com as dimensões espaciais das bacias e concordantantes com um plano de gestão territorial que compatibilize a manutenção do setor produtivo e a dinâmica natural de cada paisagem, principalmente na manutenção da cobertura vegetal nos pontos de maior relevancia para a establilidade do aporte hídrico local, principalmente ao longo das principais entradas do Estado: a BR 010 (Tapajós) e a BR 163 (Tocantins, Capim e Guamá), que no passado e atualmente ainda configuram os focos mais intensos de conflito e expansão.

REFERÊNCIAS

HARA, T. L. **Técnicas de apresentação de dados em geoprocessamento**. Instituto de Pesquisas Espacias. Tese de Doutorado. São José dos Campos. 1997.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto alegre: Ed. UFRGS. ABRH. 2001.